

ØKONOMI - STATISTIK - MATEMATIK

ILLUSTRERET VED TELEFONDRIFT

Af ARNE JENSEN

DET vil være de fleste økonomer bekendt, at man ved de første forsøg på at leve sig ind i sandsynlighedsregning og matematisk statistik møder et begreb, der for nogle hedder 3 middelfejl og for andre, lidt mindre kritiske, hedder en 5 pct. grænse. Man vil lidt efter lidt slå sig til tåls med en pseudoforklaring om, at man, alt efter den opgave man er stillet overfor, må vælge mellem 5 pct., 1 pct. og 1 promille grænser. Den enkelte har vel accepteret disse begreber som noget, der hørte til den højere statistiske videnskab, godt skjult bag et væv af matematiske tegn. Når statistikerne selv gennem lang tid har slået sig til tåls med slige begreber, må det vel historisk forklares ved, at statistikkens anvendelser inden for biologiske og andre områder ikke i særlig grad har givet anledning til problemstillinger, der kan belyse dem. Især vil mangfoldige problemer blive stillet på en måde, der egentlig ikke giver lejlighed til at se problemet i sin sammenhæng med omgivelserne. Man vil vide, om to hyppigheder kan være skøn over den samme sandsynlighed, hverken mere eller mindre; hvorfor man vil vide det, og hvilke konsekvenser det skulle få, både hvis der svares rigtigt, og hvis der svares forkert, taler man ikke om.

Ganske generelt kan man sige, at her trænger statistikken til hjælp fra den økonomiske videnskab. Det grundlæggende fænomen er jo nemlig knapheden. Af og til lønner det sig at foretage mere omfattende iagttagelser og benytte en mindre forfinet teknik ved den statistiske bearbejdelse af et iagttagelsesmateriale, medens det til andre tider lønner sig at begrænse iagttagelserne til fordel for en mere forfinet bearbejdelse, hvor man eventuelt går så langt, at man tilkalder fagstatistikere. Der er altså tale om en indsats af visse arbejdsmængder af visse kvaliteter, hvilke kombinationer bør man anvende for at nå et gunstigt resultat? Det er først, når problemet stilles under vidt forskellige forhold, at den i traditionen nedlejrede erfaring står åbenbart magtesløs. Det bliver da nødvendigt at overveje, hvorledes de begrænsede hjælpemidler bør anvendes, selv om det så også skal ske ved matematikkens hjælp.

Inden for telefondrift blev sandsynlighedsregningen på et ret tidligt tidspunkt taget i anvendelse gennem A. K. Erlangs berømte arbejder ved K T A S. Der blev lagt et klart grundlag for bedømmelsen af, hvor stor

afvisning og hvor lang ventetid abonnenter får, når personale og teknisk udstyr har et givet omfang. Den umiddelbare følge af Erlangs fordelingslove var, at man verden over inden for større områder af telefonanlæg fastsatte, hvor store brøkdeler af trafikken der må afvises, og hvor stor ventetid der må være ved en given gruppe af koblingsorganer. Man havde herved opnået et i administrativ henseende let og effektivt middel til regulering af den indsats af personale og teknisk udstyr, som til enhver tid var nødvendigt. I 1923 inddrog overingeniør Kai Moe omkostningselementet i disse overvejelser og kom derved til andre sammenhæng mellem trafik og organantal, de såkaldte forbedringskurver, som grundlag ved dimensionering. Men valget af, hvilke kurver der skulle benyttes i de enkelte konkrete tilfælde, blev ikke klart belyst ved denne lejlighed. Gennem mange diskussioner vandt Moe's tanke efterhånden terræn, og det besluttedes derfor i 1949 at undersøge problemet til bunds. Resultatet af disse overvejelser foreligger nu i det af K T A S nyligt publicerede tabelværk¹⁾.

Tableværkets teoretiske afsnit indledes med nogle elementer fra den matematiske økonomi. Det omhandler fastsættelsen af, hvilke råvaremængder der skal anvendes til fremstilling af en given mængde af et givet produkt for de mindst mulige omkostninger, og hvorledes man kan fastsætte mængden af færdigvarer. Mange vil finde denne opdeling af problemet overflødig, men for anvendelsen i praksis er det ganske væsentligt at få klargjort, hvad der ikke kan diskuteres, og hvilke problemer det er rimeligt at underkaste overvejelser. Det viser sig, at de af Moe anvendte funktioner bør benyttes ved dimensionering af telefonanlæg. De konstanter, der i de enkelte situationer bør benyttes, fastsættes samtidigt med telefonanlæggets prispolitik, således at det mål, virksomheden har sat sig, opfyldes.

Telefonselskaber, der er monopoler, som sælger varer i mange markeder, vil i nogle egne af verden eftertrægte den størst mulige gevinst. I andre egne som f. eks. Danmark er det ikke muligt for telefonselskaber at øve en sådan indflydelse på den gevinst, der tilfalder ejerne, og det er derfor for disse monopoler nødvendigt at stille sig andre mål. I almindelighed vil telefonselskaber ud over at overholde de af det offentlige stillede krav om den økonomiske gevinst så vidt muligt disponere, således at de ikke ved deres dispositioner påfører abonnenterne større udgiftsforøgelser end de besparelser, de selv opnår ved deres foranstaltninger. Som mål har man her i Danmark haft en billiggørelse af telefonen. Dette mål kan man søge opnået på flere måder, enten ved at gøre selve telefonbesiddelsen så billig som mulig og brugen af telefonen tilsvarende dyrere, eller ved, som gjort i afhandlingen, at tilrettelægge virksomheden således, at telefon-

¹⁾ Moe's Principle. An econometric investigation intended as an aid in dimensioning and managing telephone plant. Theory and tables.

trafikken målt f. eks. i erlangkm²) under de angivne betingelser bliver størst mulig. Det er ikke hensigten her at komme nærmere ind på det for samfundet hensigtsmæssige i dette mål, det skal blot nævnes, at en konsekvent gennemførelse ville føre til en omfattende prisdiskriminering, der ikke kan antages at have nogen større tilslutning.

Følgerne af disse overvejelser er, at man fastsætter antallene af koblingsorganer (ledninger, vælgere, telefonister o. s. v.) således, at det økonomiske tab ved at blive afvist eller få ventetid står i et rimeligt forhold til de økonomiske anstrengelser for at undgå det, og ikke således, at man er »praktisk talt sikker på«, at ingen bliver afvist eller får ventetid. Det er altså muligt at tage stilling til, hvilke grænser man skal benytte i sine dispositioner.

At der ikke er tale om noget, som er specielt for telefondrift, vil en orientering i tabellerne hurtigt overtyde om. De fleste økonomer vil vel ikke direkte kunne anvende disse tabeller på andre områder, men jeg skal forsøge at vise, at tabellerne ved indledende overvejelser kan være til nytte selv ved, hvad der synes at være fjernereliggende problemer. Når man f. eks. spekulerer over, hvorledes det kan gå til, at det kan vare så længe at få svar på spørgsmål, der stilles den offentlige administration, vil det være naturligt at se på tabellen over middelventetider. Selv om denne tabel bygger på specielle forudsætninger, vil det være rimeligt at antage, at ventetiden på en sags afgørelse i hvert led, den skal passere, er af samme størrelsesorden som den i tabellerne angivne ventetid. Såfremt man i et led af administrationen, hvor personalet arbejder effektivt med konkrete sager i 90 pct. af tiden, har en organisation, der medfører, at en sag skal behandles af en ganske bestemt person, vil gennemsnitsventetiden være $9 \times$ den tid, som det gennemsnitligt tager denne at behandle en sag. Tænker man sig, at sagsfordelingen blot ændredes således, at de enkelte personer hjalp deres nabo, d. v. s. at en sag havde mulighed for at blive behandlet af en af to personer, ville ventetiden, uden at arbejdsbyrden blev større for personalet, blive nedsat til $4,3 \times$ den omtalte ekspeditionstid eller under halvdelen. Hvis den havde mulighed for at blive behandlet valgfrit af 3 personer, ville ventetiden blive nedsat til ca. 3 ekspeditionstider. Såfremt arbejdsmængden pr. person nedsættes således, at kun 70 pct. af tiden udnyttes til effektivt sagsarbejde (belastningen pr. enhed 0,7), ville de omtalte ventetider blive ca. 2,3, 1,0 og 0,5 \times den omtalte ekspeditionstid. Selv om disse tal ikke umiddelbart kan overføres til det foreliggende problem, viser de dog nogle væsentlige træk ved det. Det er muligt at nedsætte ventetiden for dem, der spørger administrationen, uden at ændre arbejdsgangen og arbejdsmængden for personalet blot ved at lade sagerne have mulighed for at blive behandlet af een af flere personer og

*) »Antallet af ledningskm, der i et givet øjeblik benyttes».

ikke straks lade den enkelte sag tildele en bestemt person uden hensyn til den arbejdsmængde, der allerede er hos vedkommende. Tallene viser tillige, hvad man jo heller ikke kan undre sig over, at ventetiden forøges betydeligt, når personalet indskrænkes. Det er ikke muligt at gennemføre en mindre ventetid med et mindre personale, hvis man ikke vil ændre organisationsformen. Når man derfor fra mange sider stiller krav om mindre ventetid og mindre personale, må man gøre sig klart, at det kun kan ske ved at ændre organisationen (eller lovgivningen). Hvor omfattende administrationen skal være, er et økonomisk spørgsmål, som ikke alene afhænger af den udgift, de pågældende personer udgør på budgettet, men også af de økonomiske tab, som erhvervslivet påføres ved forøget ventetid på grund af administrative personaleindskrænkninger. I det i tabel 1 givne uddrag af tabelværket ses klart virkningen af at benytte mindre stive regler for forretningsgangen inden for en administration. Der er ikke herved taget stilling til, om en ændring vil medføre så store ulemper af anden art, at muligheden for formindsket ventetid er underordnet.

Tabel 1.

Middelventetiden målt i den gennemsnitlige behandlingstid af en sag.

Belastning pr. enhed	Antal samarbejdende enheder				
	1	2	3	5	10
0,5	1,00	0,33	0,16	0,05	0,007
0,6	1,50	0,56	0,30	0,12	0,025
0,7	2,33	0,96	0,55	0,25	0,074
0,8	4,00	1,78	1,08	0,55	0,205
0,9 ¹⁾	9,00	4,26	2,72	1,53	0,669

¹⁾ Disse værdier er ikke tidligere offentliggjort.

Specialisering har sine fordele; men udelukker den samarbejde mellem de enkelte specialister, er en af virkningerne øget ventetid, selv om arbejdsmængden er den samme.

Medens de i tabel 1 angivne ventetider gælder for sager, hvis ekspeditionsvarighed følger en eksponentiel fordeling, vil ventetiden, såfremt sagerne tager lige lang tid, blive nedsat til ca. det halve.

Ved et eksperiment med nogle hundrede »sager«, hvis ekspedition krævede samme tid, fandtes det, at ventetiden ved en belastning pr. enhed på 0,90 blev ca. 5 gange ekspeditionstiden, når ingen samarbejdede, men ca. 3 gange ekspeditionstiden, når man arbejdede sammen to og to. I virkeligheden er ekspeditionstiden ikke ens for alle sager. Det vil som nævnt forøge de her fundne ventetider betydeligt.